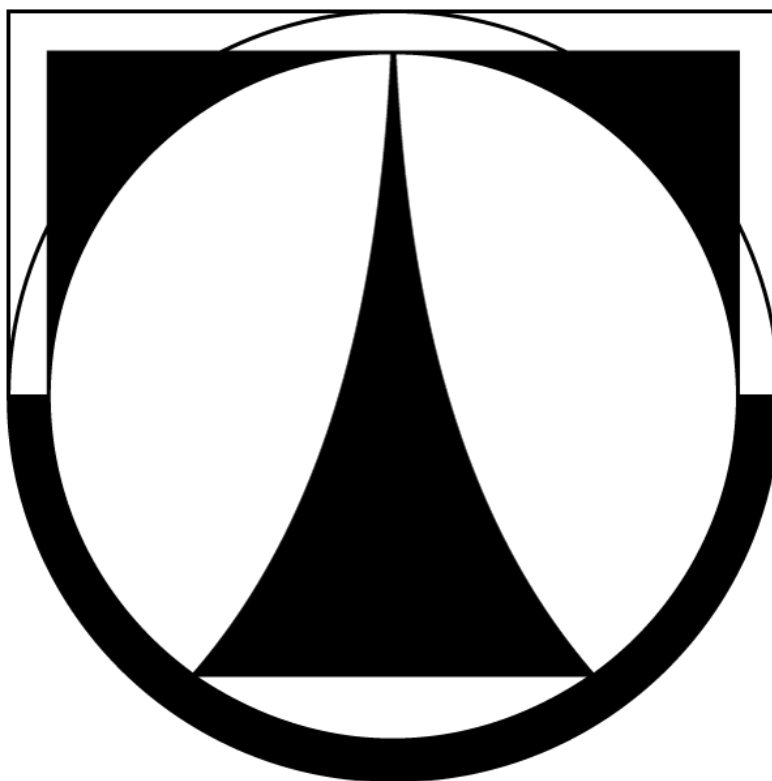


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

Jan Vlačíha

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta

Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor: Manažerská informatika

Monitorování procesu šroubování a jeho elektronická vizualizace

Monitoring of the screwing process and its electronic visualization

Číslo práce: BP-EF-KIN-2012-16

Jan Vlačíha

Vedoucí práce: Ing. David Kubát, KIN

Konzultant: Ing. Vladimír Jaroš, GQA, ŠKODA Auto a.s.

Počet stran: 34

Počet příloh: 6

Datum odevzdání: 4.5.2012

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/200 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci.....

.....

Jan Vlačiha

Poděkování:

Rád bych poděkoval panu Ing. Davidu Kubátovi za odbornou spolupráci, konzultace a poskytnuté rady při psaní této bakalářské práce.

Děkuji také zaměstnancům oddělení GQA ve společnosti ŠKODA Auto a.s. Především bych chtěl poděkovat panu Ing. Vladimíru Jarošovi za odborné vedení a konzultace, cenné rady a technické podklady pro zpracování bakalářské práce.

V neposlední řadě bych také rád poděkoval zaměstnancům firmy Q-DAS s.r.o. Paní Dr. Lidmile Fuskové, Ing. Markétě Křížové a Ing. Adrianu Šulovi za poskytnutí informací, proškolení a rad při realizaci projektu.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá optimalizací procesu šroubování s využitím dostupných moderních technologií. První část se zaměřuje na procesy a procesní řízení v podniku, jejich význam, optimalizaci a důvod zavádění procesního řízení. Následně vysvětluje metodu statistické regulace procesu, která se využívá pro efektivnější zlepšování procesů. Druhá část práce se zabývá konkrétní optimalizací procesu šroubování. Nejdříve analyzuje současný stav procesu šroubování. Dále zpracovává koncepci optimalizace procesu s využitím dostupných moderních technologií. Na závěr bude zhodnocení koncepce s jejím přínosem pro ŠKODA Auto a.s.

Klíčová slova

optimalizace procesů, statistická regulace, měření šroubových spojů, databáze, regulační meze, vizualizace dat, způsobilost procesu

ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with the optimization of screwing process using available modern technology. The first part focuses on processes and business process management, their meaning, optimization and reason for the implementation of business process management. Then explain the method of statistical process control that is used for effective process improvement. The second part deals with specific optimization process of screwing. At first the thesis analyse actual situation of the screwing process. Further, it deals with the concept of process optimization using available modern technology. At the conclusion will be evaluation of concept with the benefits for the ŠKODA Auto a.s.

Key words

process optimization, statistical process control, measurement of screw connection, database, control limits, data visualization, process capability

Obsah

Prohlášení.....	5
Poděkování:.....	6
ANOTACE	7
Klíčová slova	7
ABSTRACT	8
Key words.....	8
Seznam obrázků.....	11
Seznam tabulek	12
Seznam zkratk a symbolů	13
Úvod	14
Procesní řízení	15
1.1 Proces	15
1.2 Členění procesů	16
1.3 Průběžné zlepšování procesu.....	17
1.4 Proč zavádět procesní řízení.....	17
1.5 Přínosy procesního řízení	18
1.6 Překážky v zavádění procesního řízení	19
1.7 Implementace procesního řízení.....	19
2 Statistická regulace procesu	21
2.1 Systém regulace procesu	21
2.1.1 Kolísání procesu	23
2.2 Regulace versus způsobilost.....	25
2.3 Regulační diagramy.....	26
2.3.1 Kontrola měření pomocí regulačních diagramů	27
2.4 Indexy způsobilosti procesu	28
3 Analýza současného stavu procesu šroubování.....	30
3.1 Šroubové spoje	30
3.1.1 Kategorizace druhů šroubových konstrukcí	30
3.1.2 Bezpečnostní dokumentace	30
3.1.3 TLD – Technická směrnice pro dokumentaci	31
3.1.4 PDM listy.....	32

3.1.5	Dokumentované šroubové spoje.....	32
3.2	Výpočet tolerančních mezí Mkd1, Mkd2.....	33
3.3	Kontrola utažení šroubů	33
4	Koncepce optimalizace procesu šroubování	35
4.1	Výpočet regulačních mezí Mkd1 pomocí programu qs-STAT Sroubovaky.....	36
4.1.1	Vytvoření dílu	37
4.1.2	Vložení naměřených hodnot	38
4.1.3	Výpočet a zadání regulačních mezí	39
4.1.4	Vytvoření PDF zprávy (protokol).....	39
4.1.5	Uložení dílu do databáze a do souboru.....	39
4.2	Kontrola měření pomocí programu O-QIS Procella	41
4.2.1	Databáze	41
4.2.2	Sběr dat	42
4.2.3	Vyhodnocení dat a jejich vizualizace	44
4.3	Přínos.....	45
	Závěr	47

Seznam obrázků

<i>Obrázek 2: Schéma procesu</i>	15
<i>Obrázek 1: Schéma procesu</i>	15
<i>Obrázek 3: Schéma členění procesu.....</i>	16
<i>Obrázek 4: Průběžné zlepšování procesu.....</i>	17
<i>Obrázek 5: Základní etapy implementace procesního řízení v organizaci pomocí P-C-D-A cyklu.....</i>	20
<i>Obrázek 6: Zpětnovazební systém regulace procesu.....</i>	21
<i>Obrázek 7: Kolísání procesu</i>	23
<i>Obrázek 8: Zvláštní příčiny v kolísání procesu v regulačním diagramu</i>	24
<i>Obrázek 9: Přijatelnost procesu.....</i>	25
<i>Obrázek 10: Regulační diagramy – průměr a kolísání procesu.....</i>	27
<i>Obrázek 11: Záznam provozních dat bez databáze</i>	35
<i>Obrázek 12: Postup procesu výpočtu regulačních mezí pomocí softwaru qs-STAT Sroubovaky</i>	37
<i>Obrázek 13: Tlačítková lišta.....</i>	38
<i>Obrázek 14: Koncepce programu qs-STAT Sroubovaky</i>	40
<i>Obrázek 15: Postup kontroly měření pomocí softwaru O-QIS Procella.....</i>	41
<i>Obrázek 16: Postup při měření šroubového spoje</i>	43
<i>Obrázek 17: Možnosti přenosu dat.....</i>	44

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Důvody pro zavádění procesního řízení podle GAČR</i>	18
<i>Tabulka 2: Přehled členských států EHK.....</i>	31

Seznam zkratek a symbolů

*.dfd:	Datový typ souboru využívaný v programech společnosti Q-DAS, založený
DRM:	Dolní regulační mez
EHK:	Evropská hospodářská komise
GAČR:	Grantová agentura České republiky
GQA:	(Strategie QM a Audit kvality) – oddělení ve ŠKODA Auto a. s.
HRM:	Horní regulační mez
MKD:	Kontrolní dotahovací moment
na Q-DAS ASCII® transfer formátu	
O-QIS procella®:	Program od společnosti Q-DAS
P-D-C-A:	Demingův Plan-Do-Check-Act / Plánuj-dělej-kontroluj-jednej
PDM:	Technický výkres (Produkt Detail Montageanweisung)
qs-STAT®:	Program od společnosti Q-DAS
SPC:	Statistická regulace procesů
TLD:	Technická směrnice pro dokumentaci

Úvod

V uplynulých několika letech se stalo zvykem, že podniky musí stále zlepšovat své procesy a kvalitu, aby docílily větší spolehlivosti svých výrobků (služeb). A důvod je jednoduchý, neboť pokud zákazník nedostane to, co požaduje a očekává, může se v dnešní době obrátit na spoustu konkurenčních firem, které by mohly jeho požadavky uspokojit. Firma ŠKODA Auto, ve které byl autor této práce na roční řízené praxi, si tyto fakty velice dobře uvědomuje. Její růstová strategie tedy ctí určité zásady chování. Mezi ně patří zejména zajišťování špičkové kvality výrobků, které splní očekávání zákazníků. Dále měření a vyhodnocování výkonnosti procesů a dle potřeby přijímat opatření, tak aby bylo dosahováno neustálého zlepšování procesů. A v neposlední řadě také zajišťovat ochranu dat, informací a majetku.

Obecně by měly všechny firmy pracovat se svými procesy, snažit se je postupně vylepšovat, optimalizovat nebo dokonce radikálně měnit. Potřeba zlepšovat procesy je i bezpochyby dána novými technologiemi. S nimi přichází i lepší konkurenceschopnost, protože přináší nové možnosti a řešení.

Záměr této bakalářské práce je využít dostupných moderních technologií při optimalizaci procesu šroubování ve firmě ŠKODA Auto. Využít nové možnosti a řešení ve stávajícím procesu a tím tento proces vylepšit.

Cíl bakalářské práce spočívá v optimalizaci procesu šroubování s využitím dostupných moderních technologií. Jeho současnou analýzou, následným návrhem technologického řešení a vyhodnocením přínosu řešení. Výsledkem by měl být sběr a archivace dat, která by se mohla následně statisticky vyhodnocovat a dohledávat. To vše na základě použití statistického programu, který je schopen sledovat, měřit a vyhodnocovat výkonnost výrobních procesů a zařízení, a zároveň funguje jako aplikační program, který komunikuje s databázemi.

Procesní řízení

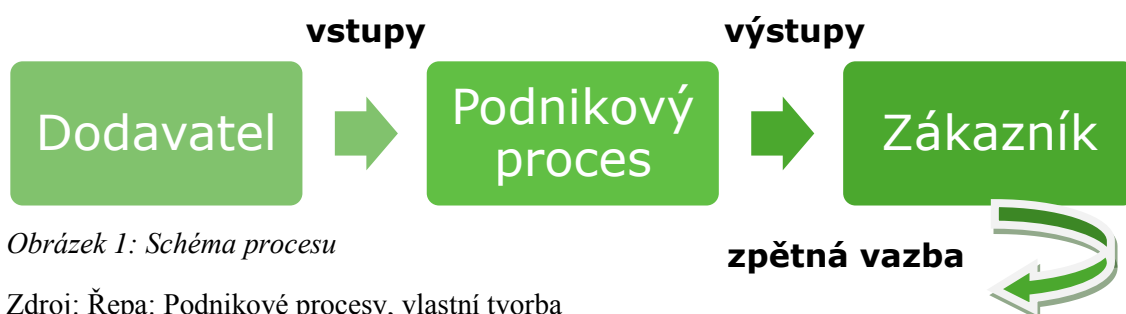
Procesní řízení je soubor činností, které se týkají plánování a monitoringu procesů, obzvláště pak klíčových procesů organizace. Dle Jiřího Cienciali, lze procesní řízení také chápat jako [1 s. 15], „*strategický přístup k řízení organizace, využívající vhodné metody, postupy a nástroje řízení procesů za účelem dosahování maximální výkonnosti organizace*“. Procesní řízení se tedy snaží účelně propojit a skloubit strategické řízení s operativním. Pomocí tohoto propojení strategického řízení s operativním budou jednotlivé procesy navrhovány, řízeny a zdokonalovány na základě dané rozvojové a růstové strategie podniku. Tím se operativní řízení z řešení nestandardních situací stane stěžejním přístupem při plnění procesů. [1]

Pokud tedy mluvíme o procesním řízení je nasnadě vysvětlit si pojem proces a popsat si rozdělení procesů v organizaci.

1.1 Proces

Proces lze chápat jako soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které přeměňují vstupy na výstupy. Hodnocení našeho procesu je pak vytvoření přidané hodnoty. To znamená, že činnosti, které jsou součástí procesu, zhodnotí vstupy a na výstupu můžeme jasně určit přidanou hodnotu.

Podle doc. Ing. Václava Řepy, CSc. je proces [2 s. 13], „*souhrnem činností, transformujících souhrn vstupů do souhrnu výstupů (zboží nebo služeb) pro jiné lidi nebo procesy, používající k tomu lidi a nástroje. Všichni to děláme, přičemž jednou jsme v pozici zákazníka, jindy zase dodavatele.*“



1.2 Členění procesů

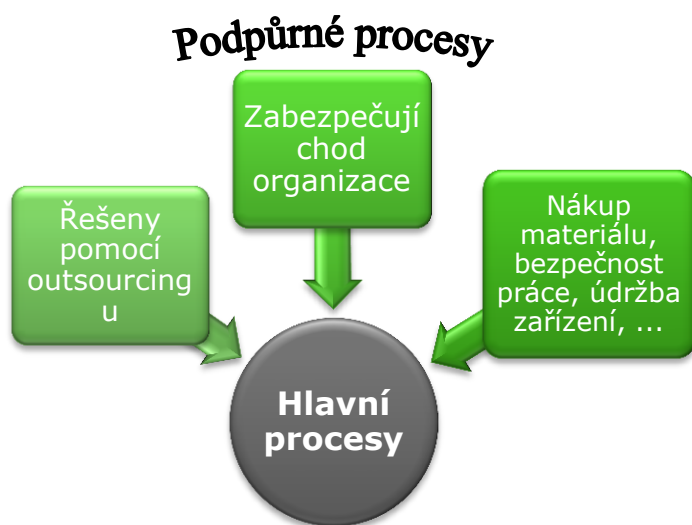
Máme hodně možností jak klasifikovat a členit procesy. Je důležité, aby rozdělení procesů sledovalo základní smysl procesního řízení. Z tohoto důvodu je obecné členění procesů na hlavní a podpůrné.

Hlavní

Je to proces, díky kterému vzniká v organizaci zisk a proces, který charakterizuje poslání a smysl organizace. Tento proces se nachází v přímém kontaktu se zákazníkem. Začíná vznikem potřeby zákazníka a končí uspokojením potřeby (službou nebo výrobkem). Právě díky tomu, že pokrývá celý kontakt se zákazníkem, můžeme rozpoznat přidanou hodnotu pro zákazníka a současně přidanou hodnotu od zákazníka pro firmu, díky čemuž můžeme poznat skutečný smysl a poslání naší organizace.

Podpůrné

Dá se říci, že ostatní procesy, které nám pomáhají a podporují hlavní procesy, jsou procesy podpůrné. Firmy se věnují především hlavnímu předmětu podnikání, a tudíž je výhodné podpůrné procesy řešit pomocí outsourcingu. Podpůrné procesy představují velké nákladové zatížení a je pro dobro věci, aby se této problematice věnovali specialisté z outsourcingových firem. Díky tomu se organizace může naplno věnovat svému hlavnímu předmětu podnikání.[2]

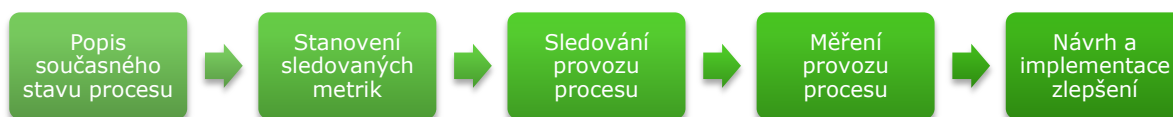


Obrázek 3: Schéma členění procesu

Zdroj: Vlastní tvorba

1.3 Průběžné zlepšování procesu

Postupné zlepšování procesu je založeno na porozumění a měření stávajícího procesu. Znalost našeho procesu nás tedy podněcuje k jeho zlepšování. Postup takového zlepšení ilustruje následující obrázek 3, který je rozčleněn do jednotlivých kroků. Nejprve začneme popisem současného stavu procesu a následně stanovíme metriky pro jeho měření. Sledováním běhu procesu zjistíme pravděpodobné příležitosti k jeho zlepšení, které můžeme následně implementovat. Nesmíme ale zapomenout na dokumentování provedených změn, čímž se tento cyklus opakuje a můžeme tedy hovořit o průběžném zlepšování procesu.



Obrázek 4: Průběžné zlepšování procesu

Zdroj: Řepa: Podnikové procesy, vlastní tvorba

Je patrné, že tento způsob nám přináší přírůstkové zlepšení, které však nemusí akcelarovat stejně tak rychle, jako naše potřeba zlepšovat procesy. Tuto rychlost potřeby zlepšovat procesy ovlivňuje několik faktorů, mezi které patří asi nejvýznamnější faktor, technologie. Nové technologie totiž rychle přinášejí lepší možnosti a cesty, které když využijeme rychleji než konkurence, posílíme okamžitě naši konkurenceschopnost.[2]

1.4 Proč zavádět procesní řízení

Pokud se chce firma udržet na trhu, je svými zákazníky nucena zlepšovat produkty a služby. Když zákazník nedostane, co požaduje, či co očekává, má možnost se v dnešní době obrátit na velké množství konkurenčních firem. Tohoto by se měly firmy vyvarovat a začít pracovat se svými podnikovými procesy a postupně je zlepšovat a optimalizovat. Na jedné straně tedy zavádíme procesní řízení kvůli zlepšování a optimalizaci procesů, díky kterým lze dosahovat lepších výstupů výrobků a služeb, a také kvůli zlepšování systému řízení a výkonnosti celé organizace. Na druhé straně je zde více důvodů k přechodu či zavedení na procesní řízení. Tyto důvody mapuje projekt Grantové agentury České republiky (GAČR), řešeného týmem z VŠE Praha v roce 2005. [1]

Tabulka 1: Důvody pro zavádění procesního řízení podle GAČR

Důvod k přechodu na procesní řízení	Procento respondentů
Zvyšování kvality služeb	19%
Zvyšování kvality výrobků	18%
Snižování nákladů	18%
Využití moderních technologií	13%
Zavedení managementu kvality do organizace	11%
Snížení časové náročnosti procesů	9%
Snaha odhalit vlastní slabé stránky	7%
Tlak konkurence	5%

Zdroj: Ciencala a kol.: Procesně řízená organizace

1.5 Přínosy procesního řízení

Když chceme ve firmě zavést procesní řízení, musíme také vědět, co nám to přinese a jaké jsou výhody. Podle Jiřího Ciencali jsou pozitivní přínosy právě tyto: [1 s. 30],

- *jasně definované pravomoci lidí v procesech*
- *zjednodušení a zprůhlednění pracovních postupů*
- *zeštíhlení dosavadní organizační struktury*
- *podnět k outsourcingu určitých, obvykle podpůrných nebo obslužných procesů*
- *zvažování a orientace na tzv. klíčové procesy*
- *zjednodušení různých rozhodovacích úloh na úrovni středního managementu*
- *zvýšení výkonnosti lidí i celých procesů*
- *změny v nastavení ukazatelů motivace zaměstnanců*
- *podpora informačních systémů*
- *zvýšení důvěry interních i externích zákazníků ve výstupy z procesů*
- *orientace na zlepšování procesů a až poté na zlepšování produktů*
- *snížení rozsahu neshod v procesech a výstupech z procesů*
- *neformální podpora týmové práce v organizaci, vedoucí k redukci konfliktů na pracovištích*
- *zvýšení pracovní i technologické disciplíny včetně např. dodržování bezpečnostních předpisů a zvažování environmentálních aspektů*
- *zvyšující se míra spokojenosti zaměstnanců*

1.6 Překážky v zavádění procesního řízení

Se zaváděním procesního řízení mohou nastat různé omezení a překážky. Tyto problémy jsou velmi často spojeny s prostředím dané organizace či podniku. To, co se totiž může zdát v jedné organizaci jako závažný problém, v jiné organizaci problémem nemusí být. Jiří Ciencala se tyto omezení a překážky pokusil zobecnit a vysvětluje je takto: [1 s. 31],

- *nedostatek opravdové vůle ke změnám na všech úrovních řízení a napříč skupinami manažerů*
- *strach zaměstnanců z degradace jejich pracovních pozic*
- *nedostatečná komunikace důvodů a očekávaných efektů přechodu na procesní řízení*
- *nedostatečný zájem vrcholového vedení o procesní řízení*
- *nejasně, resp. nesprávně definované cíle transformace na procesní řízení*
- *nízká míra zapojení zaměstnanců do zlepšování procesů*
- *nedostatečné vědomosti o metodách a nástrojích procesního řízení*
- *formální přístupy k vytváření dosavadních systémů managementu, např. k budování a certifikaci systémů managementu kvality podle normy ISO 9001 apod.*
- *obavy zaměstnanců z propouštění*
- *nezájem skutečných vlastníků organizace o podobné projekty, jelikož jejich zájmem je pouze tvorba zisku a přednostní orientace na řešení s velmi rychlou návratností kapitálu*

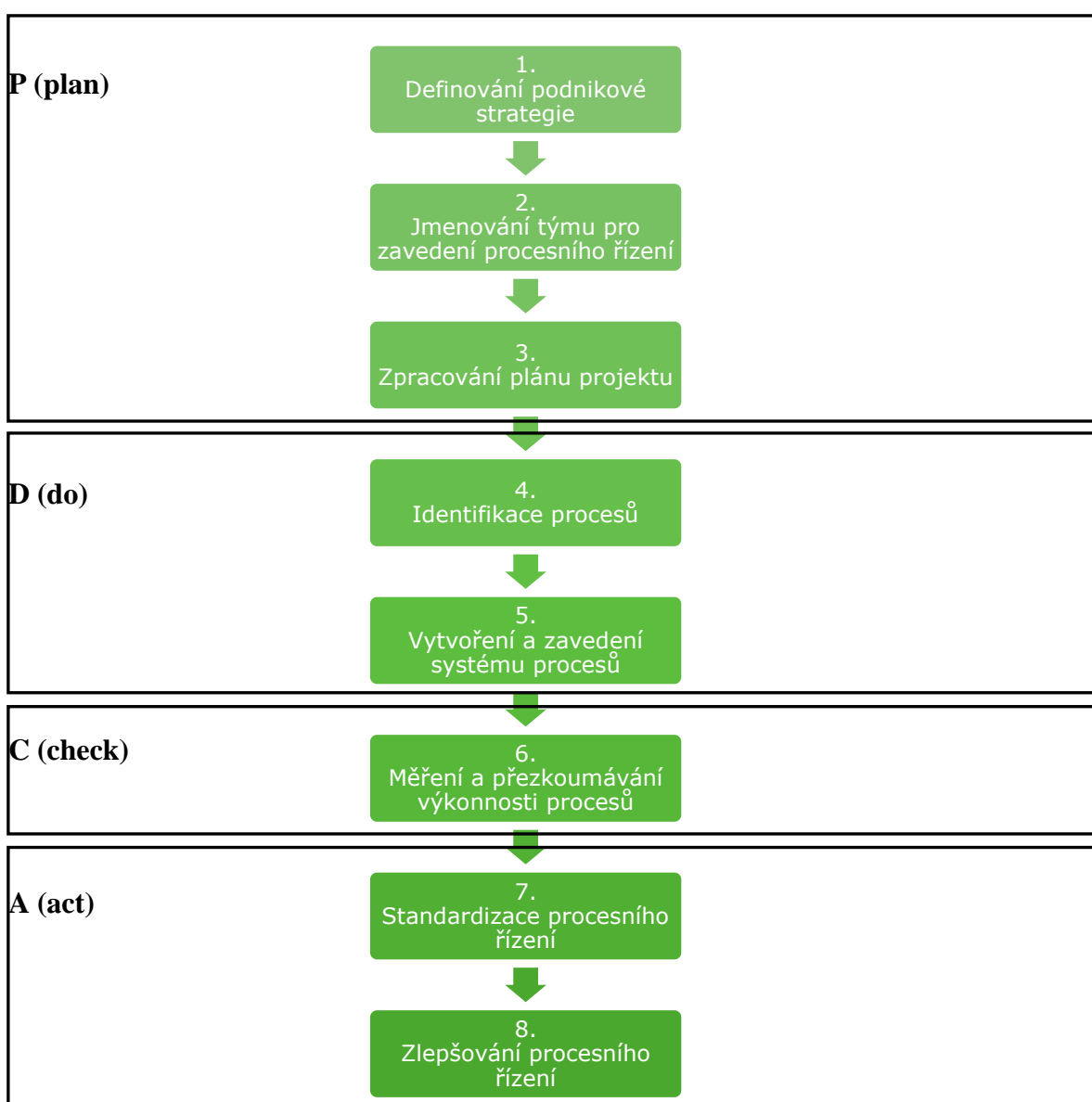
1.7 Implementace procesního řízení

Implementaci procesního řízení v organizaci můžeme rozdělit do několika etap a fází, které dohromady tvoří složitý a dlouhodobý projekt přechodu na procesně řízenou organizaci. V tomto případě můžeme využít osvědčený Demingův Plan-Do-Check-Act / Plánuj-dělej-kontroluj-jednej (dále jen P-D-C-A) cyklus. Cyklus se zejména používá pro efektivnější řešení a zlepšování výrobních aktivit, procesů a systémů. Je to zároveň jednoduchá metoda pro zavedení změn v organizaci. Cyklus je rozdělen do čtyř základních fází:

- **P – Plan (plánuj)** – začínáme získáváním potřebných informací o popisu řešeného problému

- **D – Do (dělej)** – zavedení popsaných činností, které jsme vytvořili v plánu
- **C – Check (kontroluj)** – kontrola, zda je původní problém skutečně řešen
- **A – Act (jednej)** – pokud se výsledek liší od očekávání a původní problém není vyřešen, tak musíme najít příčinu. Pokud je problém vyřešen, musíme potřebné změny zavést/standardizovat do procesů nebo systému. Pochopitelně se musíme ujistit, zda jsou tyto změny řádně uplatňovány a součástí běžných každodenních činností. [3]

V rámci těchto čtyř fází je definováno osm základních etap projektu implementace procesního řízení, které ilustruje následující obrázek 4.



Obrázek 5: Základní etapy implementace procesního řízení v organizaci pomocí P-C-D-A cyklu

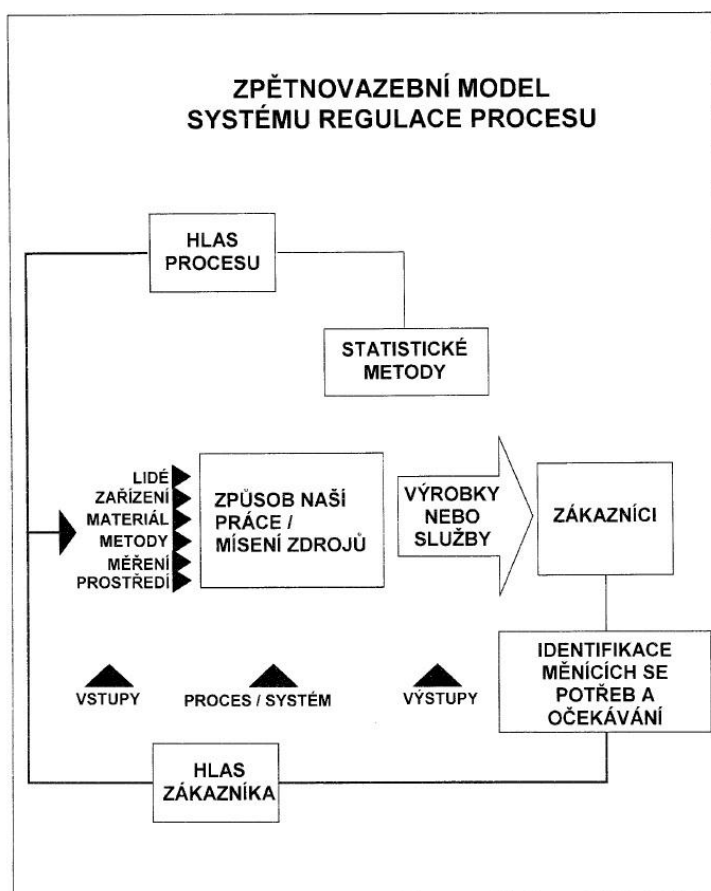
Zdroj: Cienčala a kol.: Procesně řízená organizace, vlastní tvorba

2 Statistická regulace procesu

Pokud chce v dnešní době výrobce na trhu uspět, musí se připravit na to, že by měl neustále zlepšovat procesy a využívat účinnější metody. Statistická regulace procesu (dále jen SPC) popisuje některé statistické metody, které můžeme využít pro efektivnější využití našich snah na zlepšování procesů. Následující kapitoly se budou týkat statistické regulace procesu a způsobilosti procesu. Také budou popisovat zavedení a správný výběr regulačních diagramů, které jsou velice účinným nástrojem pro analýzu a monitorování procesů.

2.1 Systém regulace procesu

Jak můžeme níže vidět, systém regulace procesu je zpětnovazební systém, pro který jsou důležité následující prvky:



Obrázek 6: Zpětnovazební systém regulace procesu

Zdroj: Statistická regulace procesů (SPC): příručka.

- **Proces**

Kombinace všech prvků procesu, které se podílejí na výstupu procesu a dále zákazníků, kteří jsou uživatelé výstupu.

- **Informace o výkonu**

Základem nejužitečnějších informací o výkonnosti procesu je dokonalá znalost našeho procesu a jeho vnitřní variability. Stěžejní by pro nás měly být charakteristiky procesu (př.: teplota, zpoždění, obchodní obrat, naměřené hodnoty,...), díky kterým určíme cílové hodnoty pro ty znaky, které se značně podílejí na produktivitě chodu procesu. Následně můžeme monitorovat, jak se k těmto cílovým hodnotám blížíme. Tímto získáme informaci, pomocí které můžeme upozornit na to, zda proces funguje správně či špatně. Popřípadě, je-li třeba, můžeme učinit včasné a přiměřené opatření.

- **Opatření v procesu**

Opatření by se mělo zaměřovat především na prevenci vzniku kolísání a odchylování se od požadovaných cílových hodnot znaku. Tím bychom mohli zabezpečit stabilitu procesu. Mezi takové opatření zejména patří: [4 s. 9],

- *Změny v operacích:*
 - *výcvik operátora*
 - *změny ve výstupním materiálu*
- *Změny v základních prvcích samotného procesu:*
 - *zařízení*
 - *komunikace lidí a jejich vztahy*
 - *návrh procesu jako celku*

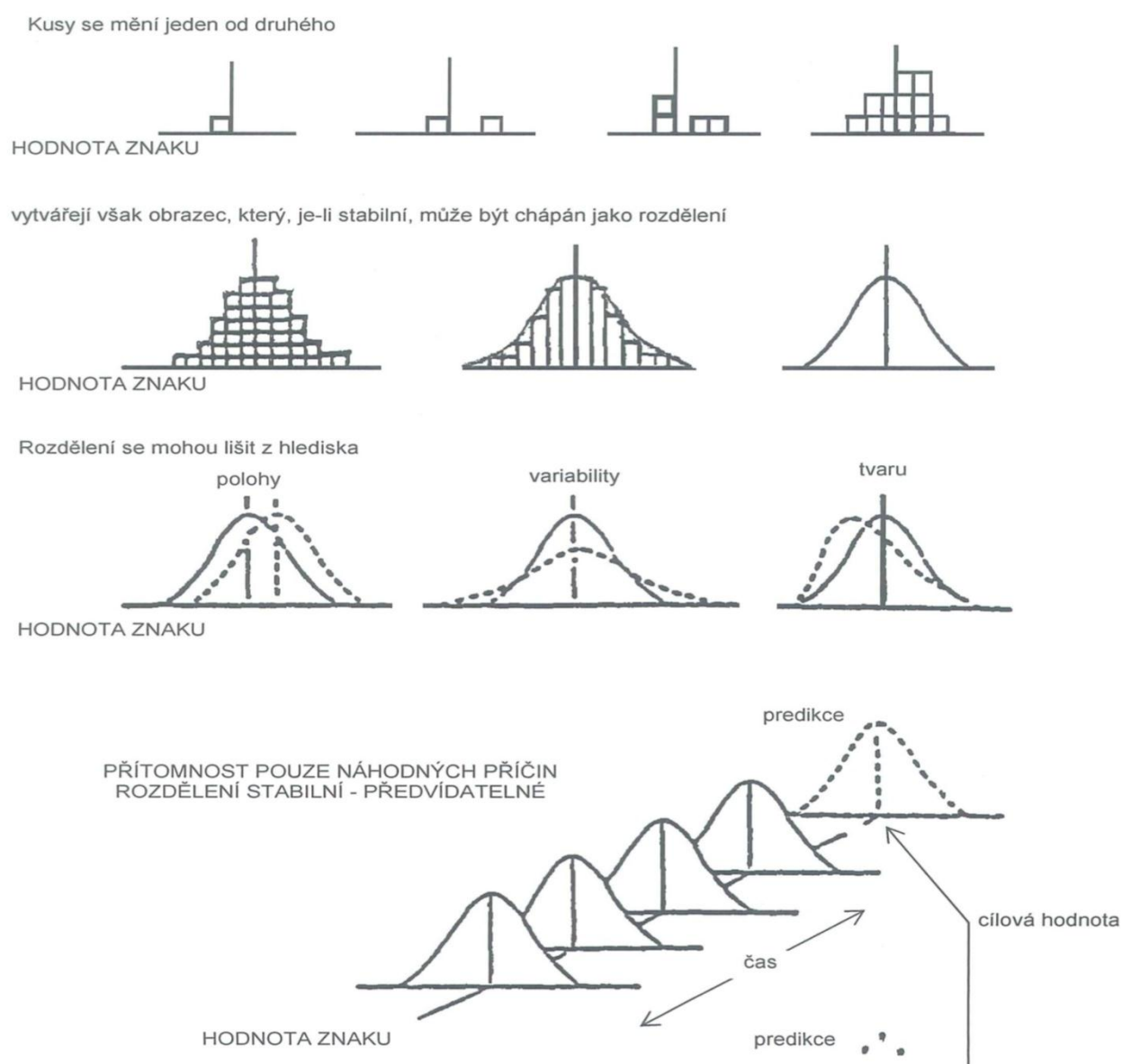
Pokud je to nutné, mají být dopady opatření monitorovány spolu s další analýzou a provedeným opatřením.

- **Opatření na výstupu**

Nesmíme zapomenout, že bychom se měli soustředit na prevenci a ne na detekci. Nicméně je nutné, pokud výstup z procesu neodpovídá požadavkům, třídit všechny výrobky a každý neshodný vymetkovat nebo opravit. Každopádně pokud se omezíme jenom na detekci a opravu, je možné, že se nebudeme zabývat řešením problému v procesu.[4]

2.1.1 Kolísání procesu

Pokud chceme efektivně využít data získaná při regulaci procesu, je nutné vědět, co znamená pojem kolísání. Kolísáním se myslí, že žádné dva výrobky nebo dvě hodnoty procesu nejsou stejné. Velikost rozdílů může být různá, ale vždy existuje. Zdroje kolísání jsou jednak krátkodobé, které jsou od jednoho kusu ke druhému, nebo dlouhodobé, které se objevují postupně, jak se nástroj či zařízení opotřebovává. Jednotlivé naměřené hodnoty se tedy můžou měnit, ale jako celek se snaží tvořit určitý obrazec, který se nazývá rozdělení.



Obrázek 7: Kolísání procesu

Zdroj: Statistická regulace procesů (SPC): příručka.

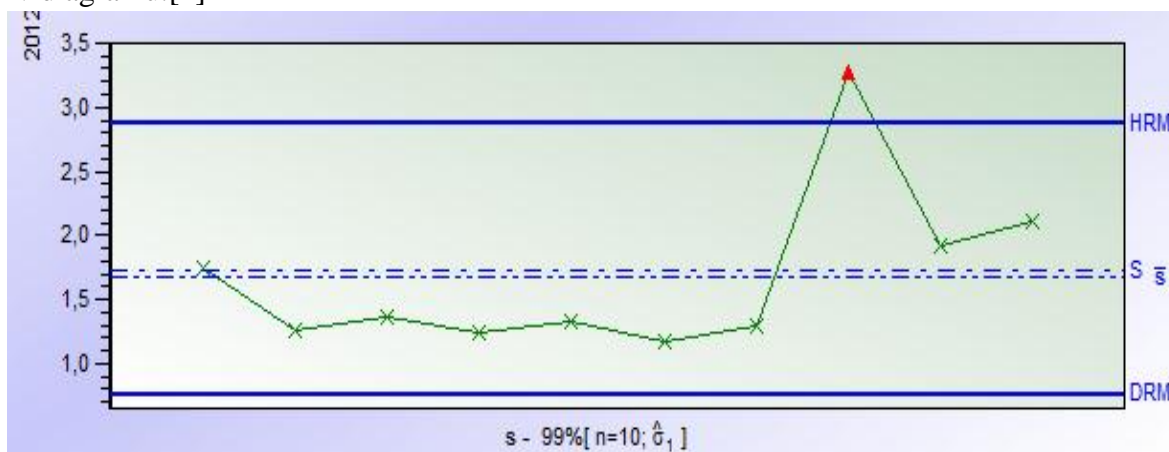
Často se problém kolísání zjednodušuje: vyhovující hodnoty vně tolerančního pole, hodnoty mimo tolerančního pole jsou nepřijatelné. Nicméně dle příručky SPC: [4 s. 15], *cílem by mělo být zachovat polohu procesu v cílové hodnotě při minimální variabilitě.* K tomu, abychom mohli zvládnout proces a snížit kolísání, potřebujeme zjistit příčiny kolísání.

Náhodné příčiny

Jinak řečeno „statisticky zvládnutý stav procesu“. Tyto příčiny se vztahují k mnoha zdrojům kolísání, které trvale působí na proces. Je to stabilní systém náhodných příčin, a když se tyto příčiny nemění, můžeme výstup z procesu predikovat.

Zvláštní příčiny

Zvláštní příčiny se objevují nepravidelně a jsou nepredikovatelné. Jedná se především o několik bodů, které jsou mimo regulační meze. Tyto příčiny mohou být však v čase strůjci nestabilního procesu a jsou pro nás škodlivé. Je nutné je tedy identifikovat a odstranit. Ne všechny zvláštní příčiny jsou ale škodlivé. Ty prospěšné bychom měly také identifikovat a měly by se stát trvalou součástí procesu. SPC by mělo tyto příčiny detekovat pomocí regulačních diagramů a odstranit je ve formě opatření systému (operátor) nebo opatření v systému (management). Níže můžete vidět ukázkou regulačního diagramu, kde se jeho meze značí horní regulační mez (dále jen HRM) a dolní regulační mez (dále jen DRM). Zvláštní příčina je zde zobrazena červeným trojúhelníkem v diagramu.[4]



Obrázek 8: Zvláštní příčiny v kolísání procesu v regulačním diagramu

Zdroj: software qs-STAT

2.2 Regulace versus způsobilost

Když mluvíme o statisticky zvládnutém procesu, jedinými zdroji kolísání, jsou náhodné příčiny. Jednou z funkcí regulace procesu je na tyto náhodné příčiny upozorňovat v případě, že přítomny jsou, a také v případě, že přítomny nejsou. Přínos regulace je tedy v tom, že funguje jako poznávací nástroj místo nástroje pro posuzování shodnosti (dobré a špatné výrobky, způsobilé a nezpůsobilé atd.)

Jak uvádí příručka SPC [4 s. 19], *Způsobilost procesu je určena kolísáním, které je vyvoláno pouze náhodnými příčinami. To obecně představuje nejlepší výkon samotného procesu. Tento stav se projevuje, když proces pracuje ve statisticky zvládnutém stavu bez ohledu na požadavky specifikace.* V první řadě tedy musíme detekovat a eliminovat všechny zvláštní příčiny kolísání, čímž budeme schopni odhadnout jeho způsobilost. Každý proces můžeme z hlediska jeho způsobilosti a stavu zvládnutí také klasifikovat. Aby proces byl přijatelný, můžou nastat čtyři situace:

		Stav statisticky zvládnutý	Stav statisticky nezvládnutý
Způsobilost	Přijatelná	Případ 1	Případ 3
	Nepřijatelná	Případ 2	Případ 4

Obrázek 9: Přijatelnost procesu

Zdroj: Statistická regulace procesů (SPC): příručka.

- Případ 1: proces je statisticky zvládnut
- Případ 2: proces je statisticky zvládnut, ale vykazuje velké kolísání způsobené náhodnými příčinami
- Případ 3: proces není statisticky zvládnut, ale je přijatelný z hlediska způsobilosti
- Případ 4: proces není ani statisticky zvládnut ani přijatelný z hlediska způsobilosti

Abychom mohli používat různých ukazatelů a zejména indexů způsobilosti procesu, vyžaduje se, aby byla data použitá k tomuto výpočtu z takového procesu, který je ve statisticky zvládnutém stavu. [4]

2.3 Regulační diagramy

Regulační diagramy se využívají pro zobrazení dat v čase. Pro tento účel jsou velice univerzální a robustní a poprvé byly zaváděny ve dvacátých letech minulého století Walterem Shewartem. Shewart byl díky regulačním diagramům schopen rozlišit kolísání vyvolané náhodnými příčinami od kolísání vyvolaného zvláštními příčinami. Díky tomu, že pomocí regulačních diagramů zjistíme zdroje zvláštních příčin, můžeme o procesu říci, že je pod statistickou kontrolou nebo ve statisticky zvládnutém stavu.

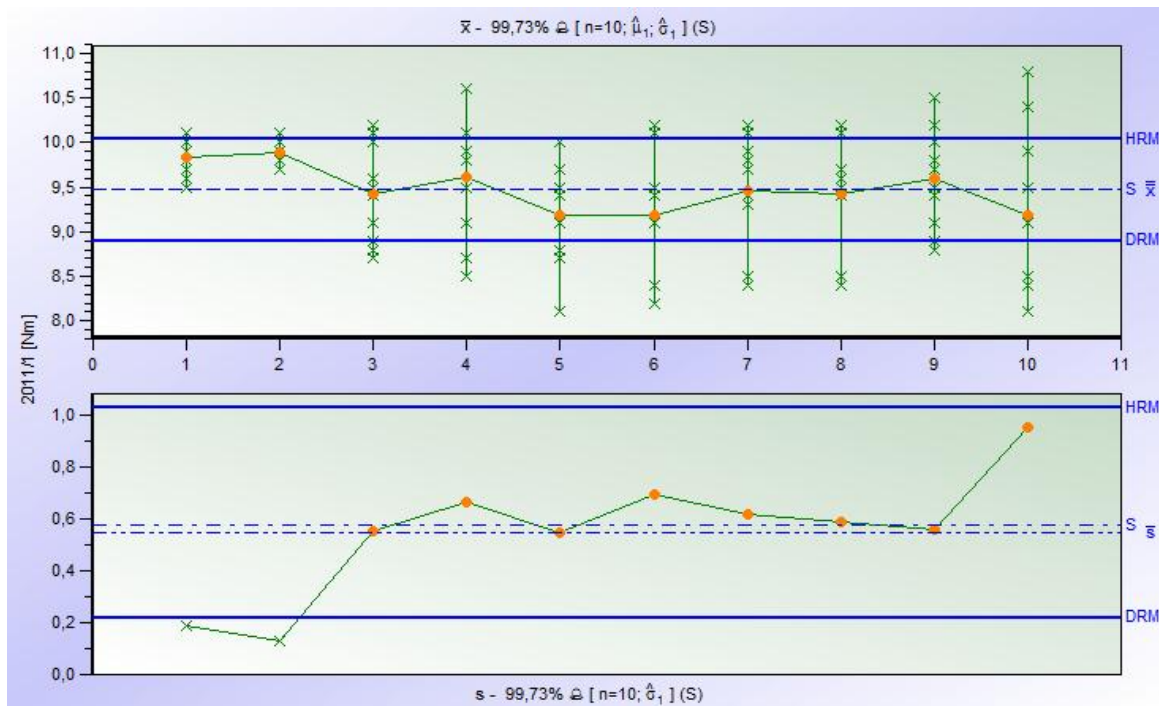
Proces je ve statisticky zvládnutém stavu tehdy, pokud neprokážeme opak. Potřebujeme tedy zjistit, kdy je náš proces ve statisticky nezvládnutém stavu. Zjistíme to porovnáním jeho výběrového průměru s trojnásobkem jeho směrodatné odchylky. Vzniknou nám tak regulační meze. Pokud se výběrový průměr procesu dostane mimo tyto meze, můžeme předpokládat, že se objevila zvláštní příčina. Jestliže můžeme pomocí regulačních diagramů zjistit, zda je náš proces ve statisticky zvládnutém stavu, je užitečným nástrojem pro každý stupeň cyklu neustálého zlepšování procesu. Uvnitř každého stupně by se měl využít již zmíněný cyklus P-D-C-A. Na stupních cyklu Analýza a Zlepšování můžeme zobrazit pár praktických příkladů:

- Prověrka dat:
 - Použili jsme správnou metriku, která zobrazuje vlastnosti procesu?
 - Jsou data konzistentní? Je zajištěna provozní definice sběru dat?
- Zobrazení dat:
 - Data se zobrazí v časovém pořadí, jak byla získána.
 - Data se porovnají s regulačními mezemi a určí se, zda nějaký bod není mimo regulační meze.

Jestliže jsme tedy díky regulačním diagramům schopni zachytit a odstranit všechny zvláštní příčiny, díky čemuž je náš proces ve statisticky zvládnutém stavu, můžeme jich použít k monitorování procesu a výpočet způsobilosti procesu.[4]

2.3.1 Kontrola měření pomocí regulačních diagramů

Regulačními diagramy můžeme v tomto případě charakterizovat získané hodnoty z měření. Jsou schopny dobře vysvětlit, zda naše data z procesu kolísají od jednoho kusu ke druhému nebo je to kolísání celého procesu. A proto se nejčastěji regulační diagramy zobrazují ve dvojicích, kde jeden diagram zobrazuje průměr procesu a druhý kolísání procesu.



Obrázek 10: Regulační diagramy – průměr a kolísání procesu

Zdroj: software qs-STAT

Sběr dat

Data, která se shromažďují z měření, jsou odebírána ve formě podskupin, které jsou tvořeny jednou či více jednotkami. Na horním obrázku je vidět, že jednotlivé podskupiny obsahují osm jednotek. V tomto případě osm šroubových spojů. Z hlediska detekce posunů a kolísání procesu platí, že čím rozsáhlejší je podskupina, tím je tato detekce snadnější a přesnější. Pojem podskupina je výstižně popsán v příručce SPC: [4 s. 55] *Podskupina je skupina vzorků odebraných tak, aby se minimalizovala šance pro kolísání vyvolané zvláštními příčinami projevujícími se uvnitř podskupiny a současně se maximalizovala šance pro kolísání mezi podskupinami způsobené zvláštními příčinami.* Podskupiny by nám měly detekovat změny v procesu v čase, a tudíž jsou odebírány jedna po druhé postupně v čase. Například jednou až n-krát za směnu, každých 30 min atp.

Je důležité, abychom pomocí těchto intervalů byli schopni zjistit případné možné příležitosti ke změně v procesu, které se mohou odvíjet od rozdílů směn, střídání operátorů, náběhových fází, dávkami materiálu atp. Naměřená data se zanesou do diagramu svisle pod sebou a pro lepší zobrazení trendů se tyto body nebo průměry spojí plnou čarou. Pro identifikaci možných problémů v procesu se data mají prověřit okamžitě po zapsání do diagramu. Pokud budou některé hodnoty výrazně vyšší či nižší (překročí meze), přesvědčíme se, zda byly tyto hodnoty naměřeny a zapsány správně, a pokud ano, musíme zaznamenat událost a opatření k danému problému.

Regulační meze

Je to vlastně prostor, ve kterém se mohou pohybovat naměřené hodnoty, pokud je proces ovlivňován jenom náhodnými příčinami. Potom je tedy velice pravděpodobné, že vypočtená hodnota námi zvolené statistiky padne mezi tyto meze. Pokud se však stane opak a vypočtená hodnota statistiky padne mimo tyto meze, mohou v procesu nastat zvláštní příčiny kolísání.

Body mimo meze

Jak již bylo výše řečeno, body mimo meze mohou indikovat zvláštní příčiny kolísání v procesu. Pokud nastane jakákoliv zvláštní příčina, musí se vyšetřit, a proto se v procesu provede odpovídající opatření, se kterým také souvisí záznam o události k dané zvláštní příčině. [4]

2.4 Indexy způsobilosti procesu

[5 s. 133] *Indexy způsobilosti procesu slouží k ohodnocení, zda a do jaké míry se daří dodržovat předepsané regulační meze a stanovenou úroveň spojitého znaku jakosti sledovaného například v regulačním diagramu. Je to bezrozměrné číslo, které se především hodí pro první posouzení dodavatele a orientační porovnání podobných technologií nebo výrobků. Indexy porovnávají variabilitu skutečného procesu s ideální představou, nebo předpisem. V praxi existuje více indexů, než zde bud popisováno* V závislosti na praktické části se bude autor práce věnovat pouze indexům způsobilosti C_p a C_{pk} .

- **Index C_p**

Index způsobilosti C_p vyjadřuje míru dodržování regulačních mezí procesu, neboli popisuje potenciál stroje, kterého lze dosáhnout, když se podaří proces vycentrovat přesně na střed tolerance. Hodnotí variabilitu procesu vzhledem k předepsaným mezím a není ovlivňován polohou procesu. Můžeme tento index dát do vzorce:

$$C_p = \frac{\text{Tolerance}}{\text{šířka procesu}} = \frac{\text{HTM(horní toleranční mez)} - \text{DTM(dolní toleranční mez)}}{6s \text{ (směrodatná odchylka)}}$$

- **Index C_{pk}**

Tento index již přihlíží i k poloze procesu. Platí, že C_{pk} je nejvýše rovno C_p , tedy platí $C_p \geq C_{pk}$. Index je logicky přísnější než C_p . Vypočítá se následovně:

$$C_{pk} = \frac{\min(\text{HTM} - \bar{x}; \bar{x} - \text{DTM})}{3s}$$

Indexy C_p a C_{pk} se mají vyhodnocovat a analyzovat vždy současně. Obecně se dá říci, že čím je index větší, tím je to lepší. Samozřejmě každá firma může mít mezní hodnoty indexů rozdílné a záleží na strategii či přísnosti vyhodnocení. Je také vhodné, aby byly indexy sjednoceny v rámci odběratele a dodavatele. [5]

3 Analýza současného stavu procesu šroubování

Tato kapitola bakalářské práce se zabývá praktickým problémem, řešený firmě ŠKODA Auto a.s. Konkrétně se jedná o monitorování procesu šroubování a jeho elektronickou vizualizaci. Je zde rozpracována koncepce řešení, které by tento proces optimalizovalo a zejména řešení, které využívá moderních technologií.

3.1 Šroubové spoje

Šroubové spoje jsou jedny ze základních a univerzálních konstrukčních prvků. Používají se zejména pro spojování konstrukcí, jejich částí a dílů. V automobilovém průmyslu jsou šroubové spoje považovány za jedny z nekritičtějších částí vozidla a je jim proto věnována velká pozornost. Ve ŠKODA Auto se šroubové spoje řídí koncernovými směrnici, které určují zejména použití, konstrukci, zásady, montážní postupy a dokumentaci šroubových spojů.

3.1.1 Kategorizace druhů šroubových konstrukcí

Ve ŠKODA Auto musí být šroubové spoje rozděleny do kategorií, které jsou rozděleny podle významnosti z hlediska selhání šroubu. Rozlišují se následující kategorie:

- **A-druhy šroubů:** významné z hlediska bezpečnosti (selhání šroubu vede k nepřímému nebo přímému nebezpečí pro tělo a život)
- **B-druhy šroubů:** významné z hlediska funkce (selhání vede k odstavení, neboli zákazník nemůže vlastní silou s vozidlem dále pohnout)
- **C-druhy šroubů:** nekritické (selhání šroubového spoje vede k rozzlobení zákazníka)

3.1.2 Bezpečnostní dokumentace

Při vývoji a výrobě automobilů musí výrobci dbát na to, aby jejich výrobky splňovaly zákonné standardy. Je nutné zajistit dodržování zákonných předpisů a technických zadání technického vývoje. Pomocí dokumentačních dokladů lze tedy v případě vzniku škody

prokázat, že vozidlo a jeho komponenty splňují stanovené specifikace (zákonná a technická / interní zadání). Dále můžeme s dokumentací konstrukčního stavu, v případě potřeby, učinit cíleně vhodná opatření. Stanovení povinně dokumentovaných šroubových spojů zajišťuje vývoj. Šroubové spoje s dokumentační povinností jsou zadávány v technické směrnici pro dokumentaci (dále jen TLD) listech a jako takové jsou zapisovány do technických výkresů (dále jen PDM).

3.1.3 TLD – Technická směrnice pro dokumentaci

Jak již bylo řečeno, musí se při výrobě automobilů vést patřičná dokumentace. TLD listy jsou v této věci vodítkem technického vývoje pro oblasti zajištění kvality a výroby při realizaci dokumentační povinnosti. TLD systémem je tedy myšleno:

- Plnění minimálních právních požadavků automobilového průmyslu
- Plnění důkazního břemena legislativy
- Dostatečná ochrana v rámci odpovědnosti za škody způsobené vadou výrobku

Stěžejní pro vznik TLD jsou zákony. A to jak zákony dané země, tak i zákony v rámci různých společenství. Česká Republika je členem Evropské hospodářské komise (dále jen EHK), která tvoří databázi mezinárodně platných technických předpisů pro schvalování silničních vozidel, jejich systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků pro kontrolu technického stavu vozidel. V následující tabulce je uveden přehled členských států EHK.

Tabulka 2: Přehled členských států EHK

1 = Německo	9 = Španělsko	18 = Dánsko	26 = Slovinsko	37 = Turecko	48 = Nový Zéland
2 = Francie	10 = Srbsko	19 = Rumunsko	27 = Slovensko	39 = Ázerbajdžán	49 = Kypr
3 = Itálie	11 = V. Británie	20 = Polsko	28 = Bělorusko	40 = Makedonie	50 = Malta
4 = Nizozemsko	12 = Rakousko	21 = Portugalsko	29 = Estonsko	42 = Evropská unie	51 = Jižní Korea
5 = Švédsko	13 = Lucembursko	22 = Rusko	31 = Bosna a Hercegovina	43 = Japonsko	52 = Malajsie
6 = Belgie	14 = Švýcarsko	23 = Řecko	32 = Lotyšsko	45 = Austrálie	53 = Thajsko
7 = Maďarsko	16 = Norsko	24 = Irsko	34 = Bulharsko	46 = Ukrajina	56 = Černá Hora
8 = Česká rep.	17 = Finsko	25 = Chorvatsko	36 = Litva	47 = Jihoafrická rep.	58 = Tunisko

Zdroj: wikipedia.org (stav 2011)

E₁ E = označení schválených dílů dle požadavků EHK. Číslo znamená zemi, která schválení udělila.

3.1.4 PDM listy

Abychom mohli zkonstruovat automobil a nastavit jednotlivé komponenty, musíme se řídit technickými výkresy. Tyto výkresy vznikly původně v Německu a označují se PDM. Obsahem těchto technických výkresů je grafické znázornění popisované komponenty či dílu a také případně jejich poloha vůči dalším instalovaným prvkům. V souvislosti se šroubovými spoji nám PDM listy pomůžou zejména při sestavování seznamu dokumentovaných šroubových spojů, protože tyto listy obsahují předepsané hodnoty daných šroubů. Jedná se zejména o jmenovité hodnoty, stupně jakosti, jejich identifikační čísla a vhodný způsob dotahování spoje.

3.1.5 Dokumentované šroubové spoje

Pro šroubové spoje s dokumentační povinností se musí vytvořit seznam povinně dokumentovaných šroubových spojů. Tento seznam vytvoří před-sériové plánování na základě TLD a PDM dokumentace. Vytvořený seznam je dále distribuován na kompetentní místa v závodě. Podle tohoto seznamu pověří plánování výroby technickou kontrolu nebo výrobu, která zajistí ověření předepsaných dokumentačních znaků během montáže (moment, úhel, prodloužení) nebo po montáži (kontrolní dotahovací moment Mkd1).

Spoje kategorie A a B musí být během montáže zatahovány elektricky řízenou šroubovací technikou, na které musí být zároveň nastaveny a udržovány všechny kontrolní parametry, které hlídají celý šroubovací proces včetně kontroly spojovacího materiálu (kontrola zašroubovacího procesu, počty otáček, startovací momenty, úhly atd.). Pokud tyto parametry sledovány nejsou, musí pracovník spoj označit, čímž zaručí jeho zatažení a zároveň vizuální kontrolu spoje.

Pokud není možné sledovat kontrolní parametry (moment, úhel, prodloužení, atd.) během zatahování, používají se kontrolní dotahovací momenty (dále jen Mkd1 respektive Mkd2). Tím se dostáváme k další kapitole této práce.

3.2 Výpočet tolerančních mezí Mkd1, Mkd2

Zjišťování a stanovení Mkd1 a Mkd2 slouží pro kontrolu a pro bezpečnostní dokumentaci šroubových spojů. Tento kontrolní dotahovací moment je definován jako nejmenší kroutící moment, který se měří dalším přetažením šroubu s minimálním úhlem otočení, a který se měří krátce (max. 30 minut) po dotažení šroubu.

Abychom mohli zjišťovat Mkd1 respektive Mkd2, je nutné vědět, u kterých spojů nelze provádět přímé měření zatahovacích parametrů během montáže. Odpovědné výrobní oddělení tedy vytvoří seznam těchto šroubových spojů. Následně se provedou náměry pro stanovení Mkd1 respektive Mkd2, které se zaznamenávají do testovací karty (viz příloha č. 1). Náměry se provádějí pomocí vhodné měřicí techniky, která:

- umožňuje záznam průběžných hodnot,
- měří s přesností $\leq \pm 1\%$ měřené hodnoty,
- obsahuje grafický display,
- umožňuje přenos dat do PC.

Četnost náměrů je pro sériovou výrobu minimálně 100 šroubových spojů rozdělených do 10 podskupin po 10 šroubových spojích v průběhu 20 pracovních dnů, aby se projeví všechny faktory, které ovlivňují proces. Technická kontrola tyto naměřené hodnoty přepíše do testovací karty, která se vyplní v prostředí programu Excel. Následně se tato tabulka odešle do šroubové laboratoře, kde odpovědná osoba vypočítá pomocí programu OpenDraw toleranční respektive regulační meze.

3.3 Kontrola utažení šroubů

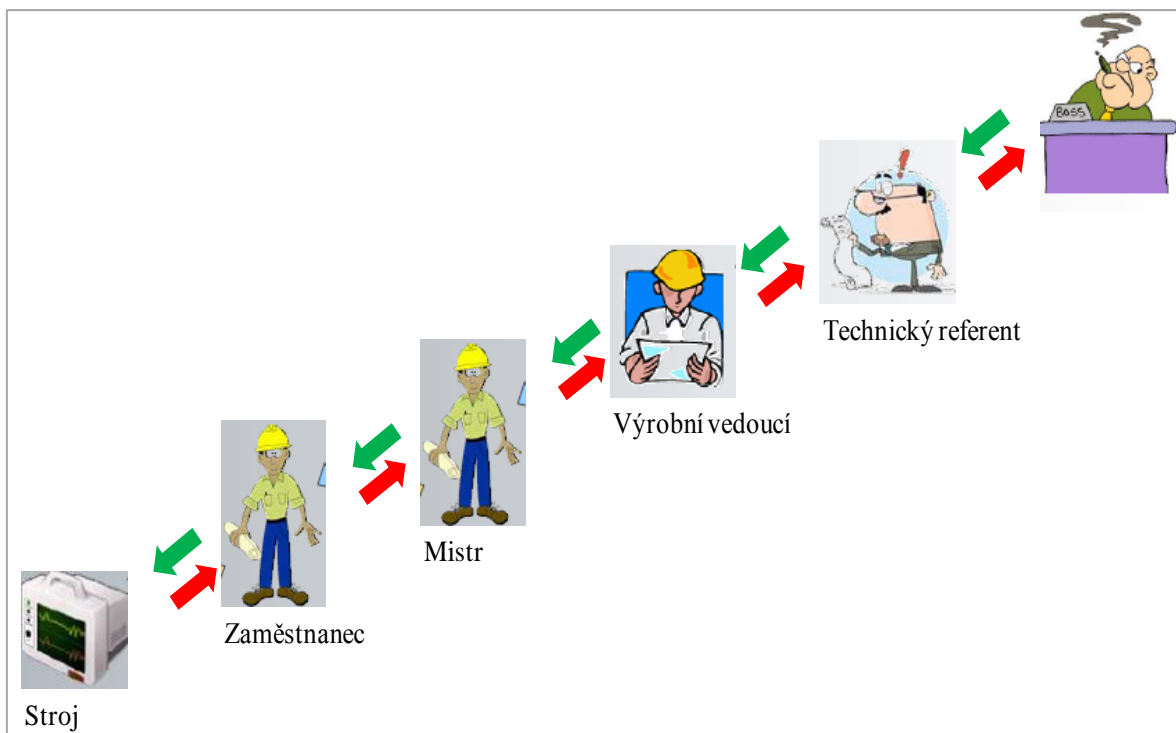
Tyto meze se pošlou ze šroubové laboratoře zpět technické kontrole, která zapíše meze do kontrolní karty. Kontrolní karta je založena na fungování regulačního diagramu (viz příloha č. 2), kde regulační meze fungují k zjišťování a určování zvláštních příčin v kolísání procesu. Četnost měření je stanovena dle stability procesu C_{pk} a v tomto případě je nutno dokumentovat měření v pravidelných intervalech 3x za směnu. Všechny naměřené hodnoty se musí nacházet uvnitř tolerančního pole. Hodnoty se do karty čárkují nad sebou,

kde každá směna má svou barvu čárky. Pokud se některá hodnota bude nacházet mimo toleranční pole, značí to zvláštní příčinu v procesu, ke které musí technická kontrola zaznamenat událost a učinit odpovídající opatření. Kontrolní karty se skladují v kancelářských šanonech na příslušných místech a doba skladování je dána interním předpisem. Tento předpis podléhá utajení, takže můžu jen spekulovat o době skladování. Nicméně předpokládám, že doba skladování nebude nižší než doba záruky automobilu.

4 Koncepce optimalizace procesu šroubování

Dosavadní proces monitorování šroubování a jeho vizualizace je z technologického hlediska zastaralý. V dnešní době, kdy máme možnost pracovat s počítačovou technikou, je používání papírových karet nevyhovující. Důvodů se najde hned několik:

- současný proces můžeme jen stěží měřit a vyhodnocovat,
- složité dohledávání naměřených dat z papírových karet,
- nejednoznačné a nedůvěryhodné skladování dat respektive papírových karet.



Obrázek 11: Záznam provozních dat bez databáze

Zdroj: Interní dokumentace Audi

Cílem je optimalizace procesu šroubování za využití moderních technologií zejména v následujících krocích:

- vytvoření databáze šroubových spojů
- měření a vyhodnocení procesu pomocí statistických programů
- důvěryhodný přenos dat z měření pomocí bezdrátových spojení a odpovídající techniky

Již v minulých letech se rozhodlo, že se bude využívat statistických programů od firmy Q-DAS. Tyto softwary jsou schopny statisticky sledovat, měřit a vyhodnocovat výrobní procesy a zařízení. Díky tomu jsou softwary velice vhodné pro danou problematiku. Optimalizaci procesu za využití moderních technologií můžeme rozdělit do dvou fází.

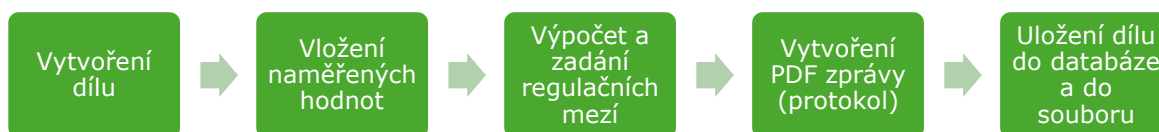
- První fáze spočívá v identifikaci a eliminaci zvláštních příčin kolísání v procesu, což má za cíl stabilizovat proces. Díky tomu bude náš proces predikovatelný (statisticky zvládnutelný) a budeme schopni stanovit regulační meze Mkd1 respektive Mkd2. Tyto meze budeme stanovovat pomocí programu qs-STAT Sroubovaky. S tím souvisí také vytvoření databáze šroubových spojů.
- Druhá fáze bude především ověřovat stabilitu procesu. V této fázi se budou data analyzovat v reálném čase. K tomu bude potřeba sbírat data z utažení šroubových spojů a jejich online vyhodnocení, ve kterém se bude kontrolovat, zda hodnoty leží vně regulačních mezí Mkd1 respektive Mkd2. Pokud budou některé hodnoty mimo regulační meze, statistický software O-QIS Procella nás na to upozorní a vyzve nás k zadání odpovídajícího opatření. Tyto záznamy dat a opatření se následně uloží do centrální databáze.

4.1 Výpočet regulačních mezí Mkd1 pomocí programu qs-STAT Sroubovaky

Software qs-STAT je komplexní program, který se používá pro technické statistiky a to zejména pro posuzování výrobních zařízení a procesů. Zajišťuje tím podporu v procesu neustálého zlepšování. Program dokáže vypočítat různé indexy způsobilosti. V našem případě již zmíněné indexy C_p a C_{pk} . Tento výpočet se řídí dle strategií vyhodnocení, které jsou standardizovány tak, aby zajistily bezpečnost a srovnatelnost výsledků. Díky komplexitě vyhodnocování pak vznikla celá řada speciálních firemních vyhodnocení jako např. BMW, Volkswagen, Mercedes, Bosch, ...

Program qs-STAT Sroubovaky je modul programu qs-STAT a byl vytvořen pro potřebu firmy ŠKODA Auto a.s. Slouží zejména k výpočtu regulačních mezí Mkd1 respektive Mkd2 a k vytvoření databáze šroubových spojů. V programu se nachází tlačítková lišta, díky níž může uživatel jednoduše a rychle vytvořit šroubový díl a vypočítat jeho regulační

meze Mkd. Zjednodušený postup pro představu celého procesu za využití tohoto programu je následující:



Obrázek 12: Postup procesu výpočtu regulačních mezí pomocí softwaru qs-STAT Sroubovaky

Zdroj: Vlastní tvorba

4.1.1 Vytvoření dílu

V tomto kroku uživatel zadá technické specifikace daného dílu. Jedná se nejprve o „Zadání spoje“, kde se určí typ šroubového spoje. Typ šroubového spoje je uveden v PDM listu daného dílu a rozlišují se již výše popsané kategorie A, B nebo C. V koncernové směrnici jsou však tyto kategorie různě kombinovány. Pro výpočet tolerančních mezí Mkd1 se používají spoje typů AB, BC, C a spoje pro moment a úhel. Mkd2 zde můžeme zvolit také. Tyto spoje se používají pro dotahovací momenty po dynamickém nebo tepelném namáhání spoje. Všechny tyto typy spojů program nabízí. Od výběru typu spoje se dále odvíjí výpočet dolní toleranční meze. Její hodnota je závislá na velikosti předepsané jmenovité utahovací hodnotě a typu spoje. Program tuto toleranční mez automaticky vypočte. V dalším kroku vytvoření dílu uživatel vyplní masku dílu. V této masce se vyplňují technické specifikace daného dílu. Z důvodu ukládání dílů do databáze se do masky dílu zadává značné množství údajů.



Obrázek 13: Tlačítková lišta

Zdroj: software qs-STAT

- Díky více údajům o dílu budeme schopni rychle a efektivně vyhledávat v databázi. K vyhledávání dat v databázi můžeme využít různých filtrů, které program nabízí. Zároveň si můžeme filtry dle našich požadavků jednoduše naprogramovat sami.

- Další výhodou je tisk sestav šroubových dílů. Pokud již budeme mít rozsáhlou databázi šroubových spojů, které s sebou nesou dokumentační povinnost, můžeme díky programu rychle vytvořit seznam těchto spojů. Odpadá tedy vytváření tohoto seznamu například v programu Excel.

4.1.2 Vložení naměřených hodnot

Po identifikaci šroubového spoje můžeme do programu vložit naměřená data – „Zadej měření“. Tato data můžeme vložit přes klávesnici nebo je vložit ze schránky. Měřicí technika by měla umožňovat přenos dat přes PC. Je tedy vhodné tato data z měřicí techniky přenést rovnou nebo je přenést za pomoci programu Excel. Jedná se o jednoduché zkopírování těchto dat do programu qs-STAT.

4.1.3 Výpočet a zadání regulačních mezí

Pod tlačítkem „Ověř počet hodnot“ se skrývá kontrola minimálního počtu naměřených hodnot (sto hodnot) a zároveň přepoččet vložených hodnot. Pro další výpočet je nutné zkontrolovat, zda jsou hodnoty z normálního rozdělení. Pro tento účel nám slouží tlačítko „2s-3s“, které zároveň zobrazí pravděpodobnostní síť. V tomto grafu jsou zobrazeny naměřené hodnoty v závislosti na regulačních mezích. Regulační meze se nejprve spočítají standardně a jsou v rozmezí $\bar{x}-3s$ až $\bar{x}+3s$. Dle koncernové směrnice však musí být regulační meze v rozmezí HRM, DRM +/- (2s až 3s). Z tohoto důvodu je program variabilní a meze se dají jednoduše nastavit dle potřeb. Ty je možno přidržením levého tlačítka na myši posouvat (viz příloha C) Dle koncernových směrnic pracovník tyto meze nastaví a následně zapíše a uloží v databázi – „Zadej meze“.

4.1.4 Vytvoření PDF zprávy (protokol)

V tomto případě může uživatel vytvořit závazný dokument (zpráva), který prokazuje stanovení mezí. Používá se zejména při procesních auditech v rámci podniku. Pro zjednodušení byla vytvořena šablona zprávy, která automaticky přebere veškeré informace o dílu a zároveň veškeré informace o uživateli, který zprávu vytváří. Vzor zprávy je v příloze D.

4.1.5 Uložení dílu do databáze a do souboru

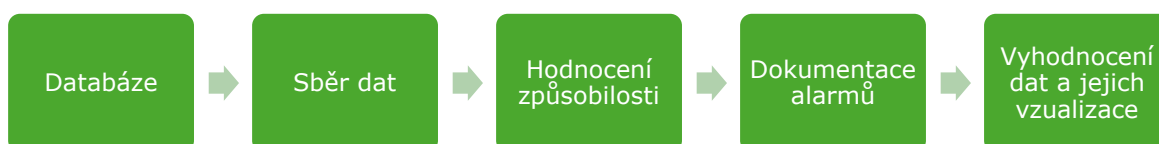
Pokud máme o šroubovém dílu veškeré potřebné informace, můžeme tento díl uložit do databáze – „Ulož“. Program qs-STAT funguje jako aplikační program při komunikaci s databází, která je vytvořena v systému Oracle a nachází se na síťovém serveru. Název této databáze je v souvislosti se jménem a funkcí programu – Sroubovaky. Díky tomuto řešení se stává databáze dostupná pro všechny uživatele programu, kteří jsou připojeni do sítě ŠKODA. Databáze tak splňuje její smysl: [6 s. 38]*souhrn navzájem vázaných dat, uložených bez zbytečné redundance tak, aby mohla sloužit více databázovým aplikacím.* Zároveň umožňuje tato data ukládat a udržovat na jediném centrálním místě. Dalším zásadním krokem je uložení dat do souboru DFD. Soubor s příponou DFD v sobě nese

[illegible]

Zdroj: Vlastní tvorba, software qs-STAT Sroubovsky

4.2 Kontrola měření pomocí programu O-QIS Procella

Software Procella slouží zejména ke sběru dat buď přímo z klávesnice, nebo různých měřicích zařízení pomocí rozhraní pro přímé propojení do velkého počtu digitálních, sériových a systémů multiplex. Data lze přenášet a zaznamenávat jednoduše přes měřidlo. Shromážděné informace a data se mohou ukládat do souboru nebo do databáze. Tato uložená a archivovaná data se ihned dají zobrazit pro kvantitativní a kvalitativní hodnocení. Předností programu je přímá vizualizace měřených hodnot v kombinaci s už nasbíranými hodnotami, což umožňuje včasné rozpoznání trendů. To dává obsluze možnost rychle identifikovat problémy, které nastávají a provést nápravná opatření pro výrobní proces. Díky individuálně nastaveným alarmům (tolerance, porušení regulačních/varovných mezí, trendy, mikroporušení stability atd.) je uživatel schopen statisticky řídit proces přímo u stroje. Pokud dojde k problému (tj. zadaná hodnota nesplňuje požadavky), je uživatel okamžitě upozorněn a má možnost zadat událost, příčinu a opatření k danému alarmu. Tyto doplňkové údaje mohou být snadno zdokumentovány a uloženy do databáze. Umožňují uživateli sledovat odchylky v průběhu následných analýz. Další doplňkové údaje (hnízdo, stroj, šarže, operátor, apod.) teprve dovolují dlouhodobou analýzu a optimalizaci procesu. Je vhodné tento software využít k monitorování a vizualizaci procesu šroubování. V následujících kapitolách bude popsáno, jak by se tento software mohl použít, a jaký je smysl této koncepce.



Obrázek 15: Postup kontroly měření pomocí softwaru O-QIS Procella

Zdroj: Vlastní tvorba

4.2.1 Databáze

Software bude využívat databázi Procella, která bude obsahovat stejné šroubové díly, jako databáze Sroubovaky s tím rozdílem, že nepřebere naměřené hodnoty. Převezme jenom informace o daném šroubovém dílu a hlavně regulační meze, které budou kontrolovat naměřené hodnoty. K zajištění stejných dílu, jako v databázi Sroubovaky, bude sloužit

síťová složka, do které se budou ukládat DFD soubory z programu qs-STAT Sroubovaky. Za použití modulu upload, budou tyto DFD soubory automaticky nahrávány do databáze Procella. Upload je také software od firmy Q-DAS a je přímo dělaný k nahrávání dat do databáze. Pomocí variabilního nastavení bude upload nahrávat pouze nové díly a zároveň aktualizovat již nahrané díly. Tím se vyloučí redundance dat. K zajištění nepřetržitého spuštění softwaru upload bude sloužit Služba Windows, která je spuštěna automaticky a dlouhodobě. Důležité je, že nebude v kontaktu s uživatelem. Po vyhodnocení kontroly utažení šroubového spoje uloží software Procella do databáze naměřená data. Data se tak budou ukládat na jedno síťové místo, které bude přístupné pro více uživatelů. Databáze nám umožní rychlé a efektivní vyhledávání, díky čemuž budeme schopni jednoduše posuzovat způsobilost procesu.

4.2.2 Sběr dat

Při sběru dat si musíme položit zásadní otázky:

- Jakou měřicí techniku použít?
- Jaký formát dat?
- Jak měřit?
- Jak přenést data?
-

Měřicí technika

Při kontrole utažení šroubových spojů se používají momentové klíče. Specifikace jsme si již výše popisovali a jsou dány interní směrnicí firmy ŠKODA. Jde o základní požadavky na přesnost, záznam dat a přenos dat. Setkal jsem se s momentovými klíči od firmy Atlas Copco, které všechny tyto specifikace splňují. Navíc jsou schopny číst čárové kódy, díky kterým bychom mohli jednoduše rozeznávat měřené šroubové díly.

Formát dat

Je důležité, aby byl formát naměřených dat čitelný v programu qs-STAT. Většina momentových klíčů tyto požadavky splňuje. V podstatě je tento formát dat čitelný ve všech textových editorech. Jedná se o strohé datové informace o naměřených hodnotách. Kdybychom však chtěli využít možnosti momentových klíčů, které již na trhu jsou, naše

požadavky by se neorientovaly jenom na formát naměřených hodnot. Při využití momentových klíčů, které jsou schopny číst čárové kódy a k čárovým kódům přiřazovat určité programy utažení, budeme požadovat výstup dat i ve formě určitých informací k šroubovému dílu. Znamená to, že každý jedinečný čárový kód v sobě nese i informace o jedinečném šroubovém dílu (jméno, číslo, regulační meze, apod.). Tím se zajistí přehlednost naměřených dat v paměti momentového klíče.

Měření

Postup měření popisuje následující obrázek 15. Obsluha nejprve načte čárový kód měřeného šroubového dílu, který kontroluje, a poté provede náměr hodnot. Hodnoty se automaticky přiřadí k měřenému dílu, který je pod tímto čárovým kódem definován.



Obrázek 16: Postup při měření šroubového spoje

Zdroj: STwrench – User manual, vlastní tvorba

Přenos dat

Při přenosu dat je důležité, abychom eliminovali lidský faktor. Toho docílíme využitím drátového nebo bezdrátového přenosu dat. Momentový klíč je schopen využít obou těchto způsobů přenosu dat a software Procella je přímo dělaný ke sběru dat z měřících zařízení pomocí rozhraní. Při drátovém přenosu by bylo využito zařízení USB. Hodnoty z měření by byly přiřazeny k jedinečným čárovým kódům (šroubovým dílům) a tím by se zajistila orientace v datech. Bezdrátový přenos bude využívat přenosu přes rozhraní Wi-Fi nebo Bluetooth. Naměřená data se z klíče přenesou nejprve na technologickou síť, odkud si software Procella tato data stáhne a vyhodnotí.



Obrázek 17: Možnosti přenosu dat

Zdroj: STwrench – User manual, vlastní tvorba

4.2.3 Vyhodnocení dat a jejich vizualizace

Prvotní signalizační vyhodnocení dat probíhá nejprve na samotném momentovém klíči. Ten načte čárový kód šroubové spoje, který obsahuje i informace o regulačních mezích. Momentový klíč je schopen vyhodnotit měřenou hodnotu ihned po naměření a díky světelné signalizaci poznáme, zda je měřená hodnota v pořádku či nikoliv. Pokud bude naměřená hodnota mimo regulační meze, je nutné provést opakovaný náměr. Nejprve provedeme náměr na právě kontrolovaném šroubu. Musíme tím vyloučit působení pouze náhodných příčin. Pokud se ale potvrdí, že je naměřená hodnota mimo regulační meze provedeme náměr stejného šroubového spoje u bezprostředně následujícího, nebo předchozího automobilu, abychom zjistili, zda se jedná o zvláštní příčinu kolísání. Tyto zvláštní příčiny je nutno identifikovat a odstranit. Odstranění těchto příčin je otázkou dalších témat, na které v této práci není prostor. Z hlediska daného problému je důležité, abychom tyto zvláštní příčiny jednak potvrdili validovaným softwarem a zároveň také zdokumentovali. Proto naměřené hodnoty přeneseme do softwaru Procella, který hodnoty taktéž vyhodnotí a u hodnot, u kterých jsme prokázali zvláštní příčiny kolísání, budeme schopni dokumentovat událost, příčinu a opatření. To vše v rámci alarmu, který bude Procella vizualizovat, a přes který si budeme schopni vybrat z již připraveného seznamu, o jakou událost, opatření a příčinu se jedná. Díky tomu budeme schopni identifikovat tyto zvláštní příčiny a ve formě opatření v systému je budeme moci odstranit. Tím udržíme náš proces ve statisticky zvládnutém stavu. Zároveň budeme moci identifikovat i zvláštní příčiny, které jsou pro náš proces prospěšné a měly by se stát trvalou součástí procesu.

Zejména se může jednat např. o chybu v měření momentového klíče, který se musí jednou za rok kalibrovat.

Prostředí

Prostředí v softwaru je rozděleno na tři pomyslné části. První část je vlevo a je to část pro vkládání naměřených hodnot. Je zde přehled o tom, které hodnoty se právě nahrávají. Počet řádků se přebírá z počtu šroubových spojů daného dílu. Prostřední část je pro sběr dat. Pro tento účel bylo nejvhodnější použít regulační diagramy, kterými můžeme charakterizovat hodnoty z měření. Jeden je pro zobrazení průměru procesu a druhý pro zobrazení kolísání procesu. Budeme tím schopni dobře vysvětlit, zda naše data z procesu kolísají od jednoho kusu ke druhému nebo je to kolísání celého procesu. Závěrečná část vpravo je pro grafické zobrazení měřeného dílu a pro zobrazení způsobilosti procesu s jeho dalšími charakteristikami. Celkové prostředí je navrženo tak, aby přehledně a rychle zobrazovalo, jak se náš proces chová (viz příloha E).

Vizualizace alarmu

Pokud budou některé hodnoty mimo regulační meze, Procella zahlásí alarm. Tento alarm se zobrazí automaticky a může být rovněž spojen se zvukovým upozorněním. V rámci hlášení alarmu budeme také schopni zdokumentovat danou událost, příčinu a opatření. Všechna tato hlášení se uloží do databáze a v průběhu času budeme schopni určit, které zvláštní příčiny proces nejvíce ovlivňují (viz příloha F).

4.3 Přínos

Koncepce optimalizace procesu šroubování s využitím dostupných moderních technologií má přínos zejména ve třech hlavních bodech:

- vytvoření databáze šroubových spojů
- efektivní vyhodnocování procesu a
- důvěryhodný sběr a online vyhodnocování dat

Vytvoření databáze šroubových spojů přispěje k lepšímu přehledu mezi šroubovými spoji. V rámci této databáze budeme mít přehled o všech šroubových spoích s dokumentační

povinností, které se v podniku používají. Mezi její nesporné výhody patří ukládání a záznam dat z měření, síťové umístění databáze a tudíž její dostupnost v rámci celé sítě ŠKODA a v neposlední řadě také rychlé vyhledávání dat. Oproti původnímu stavu psaní naměřených dat do papírových karet, které se dále ukládaly do šanonů a další vyhledávání či vyhodnocování dat z velkého množství těchto šanonů bylo prakticky nemožné, je vytvoření databáze jeden s největších přínosů této práce.

Pokud budeme mít vytvořenou databázi se šroubovými díly a naměřenými daty, můžeme pomocí softwaru qs-STAT efektivně měřit a vyhodnocovat způsobilost procesu. Hodnotit, jak se proces chová v čase, zda je nutné ho vylepšit či do něj zasáhnout, popřípadě jaké faktory proces nejvíce ovlivňují.

Vyhodnocování dat z hlediska způsobilosti procesu vyžaduje, aby byla data kvalitní a důvěryhodná. Toho docílíme využitím dostupných moderních technologií, jako jsou drátové přenosy používající rozhraní USB a bezdrátové přenosy používající rozhraní Bluetooth a Wi-Fi. Díky navrhovanému řešení online vyhodnocení dat při kontrole měření navíc identifikujeme zvláštní příčiny kolísání v procesu, čímž udržíme náš proces ve statisticky zvládnutém stavu.

Závěr

Bakalářská práce si kladla za cíl optimalizovat proces šroubování s využitím dostupných moderních technologií. Za použití procesního řízení a statistické regulace procesů byl nejprve ustanoven proces, který lze udržet ve statisticky zvládnutém stavu, což umožňuje optimalizaci celého řetězce činností od měření hodnot šroubových spojů až po jejich zálohování do databáze.

Koncepce optimalizace procesu se sebou nese využití statistického softwaru, databáze, bezdrátového respektive drátového přenosu dat a elektronické vizualizace dat. V první fázi byla za využití statistického programu, který slouží k výpočtu regulačních mezí, vytvořena a definována síťová databáze kontrolovaných šroubových spojů. V druhé fázi (kontrola utažení šroubových spojů) bylo taktéž využito statistického programu, který slouží k vyhodnocení naměřených hodnot. Budeme tím schopni kontrolovat naměřené hodnoty z kontroly utažení šroubových spojů, a pokud bude zadaná hodnota mimo regulační meze, program nás alarmem okamžitě upozorní. Zároveň pomocí bezdrátového respektive drátového přenosu naměřených hodnot se data dají považovat za důvěryhodná a vypovídající. Hlavní přínosem je rychlé a efektivní vyhledávání dat v databázi, s kterým souvisí následné kvantitativní a kvalitativní hodnocení dat. Investice do této koncepce by byly z pohledu firmy minimální, protože se využije dostupných technologií, které již firma vlastní.

Praktická implementace navržené koncepce se bude v rámci firmy teprve provádět, a proto bakalářská práce nemůže obsáhnout celý cyklus vývoje tohoto projektu. Nicméně měření a vyhodnocování procesů je z hlediska budoucnosti v dostupnosti informací o výkonu procesu. Dalo by se využít celosvětového trendu „chytrých telefonů“ a jejich mobilního připojení na internet či firemní intranet, na kterém by mohly být naše informace o výkonu různých procesů. To vše díky nově se vytvářející aplikaci „smart stat“, která by měla statisticky vyhodnocovat data a být online přístupná pro všechny typy „chytrých telefonů“. Uspokojila by se tím potřeba managementu, která tkví v dostupnosti a časové nenáročnosti na vyhledávání informací.

Seznam použité literatury

Citace

- [1] CIENCIALA, Jiří. *Procesně řízená organizace: tvorba, rozvoj a měřitelnost procesů*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, c2011, 204 s. ISBN 978-80-7431-044-7.
- [2] ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 265 s. ISBN 80-247-1281-4.
- [3] STŘELEČEK, Jiří. *Metody Kvality - Systém kvality (ISO): PDCA cyklus* [online]. 2011 [vid. 2012-03-21]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/metody-kvalita-system-kvality-iso/pdca-cyklus/>
- [4] *Statistická regulace procesů (SPC): příručka*. 2. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006, 216 s. ISBN 80-020-1810-9.
- [5] KUPKA, Karel. *Statistické řízení jakosti*. Pardubice: TriloByte, 2001, 191 s. ISBN 80-238-1818-X.
- [6] BÍLA, Jiří. *Informační technologie: databázové a znalostní systémy*. 3. Vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2009, 135 s. ISBN 978-80-01-04409-4.

Bibliografie

- MONTGOMERY, Douglas C. *Statistical quality control. / A modern introduction*. 6th ed. Hoboken, N.J: Wiley, 2009. ISBN 978-0-470-23397-9.
- NENADÁL, Jaroslav. *Měření v systémech managementu jakosti*. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2004, 335 s. ISBN 80-726-1110-0.
- NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

Seznam příloh

Příloha A: Testovací karta

Příloha B: Kontrolní karta

Příloha C: Variabilní stanovení regulačních mezí Mkd

Příloha D: Karta pro stanovení tolerancí Mkd1/2

Příloha E: Prostředí v programu O-QIS Procella, způsobilý proces

Příloha F: Vizualizace alarmu a dokumentace události v programu O-QIS Procella, nezpůsobilý proces

Příloha A Testovací karta



Testovací karta číslo : _____

(slouží k zadání náměrů pro stanovení tolerancí M_{kd1} resp. M_{kd2})



Zadavatel : _____ **Oddělení :** _____

Šroub. spoj : _____

Číslo výkresu : _____

Podskupina	1.	2.	3.	4.	5.
Náměr	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
Měřil :					
Dne :					

Podskupina	6.	7.	8.	9.	10.
Náměr	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
Měřil :					
Dne :					

Utahovací předpis : **Mu/Nm** _____ **Mkd1 max. :** _____

Mkd1 min. : _____

Datum : _____ **Vypočetl :** _____ **Přezkoušel :** _____


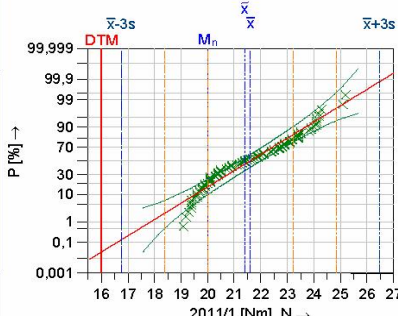
Příloha B Kontrolní karta

[illegible]

Příloha C Variabilní stanovení regulačních mezí Mkd



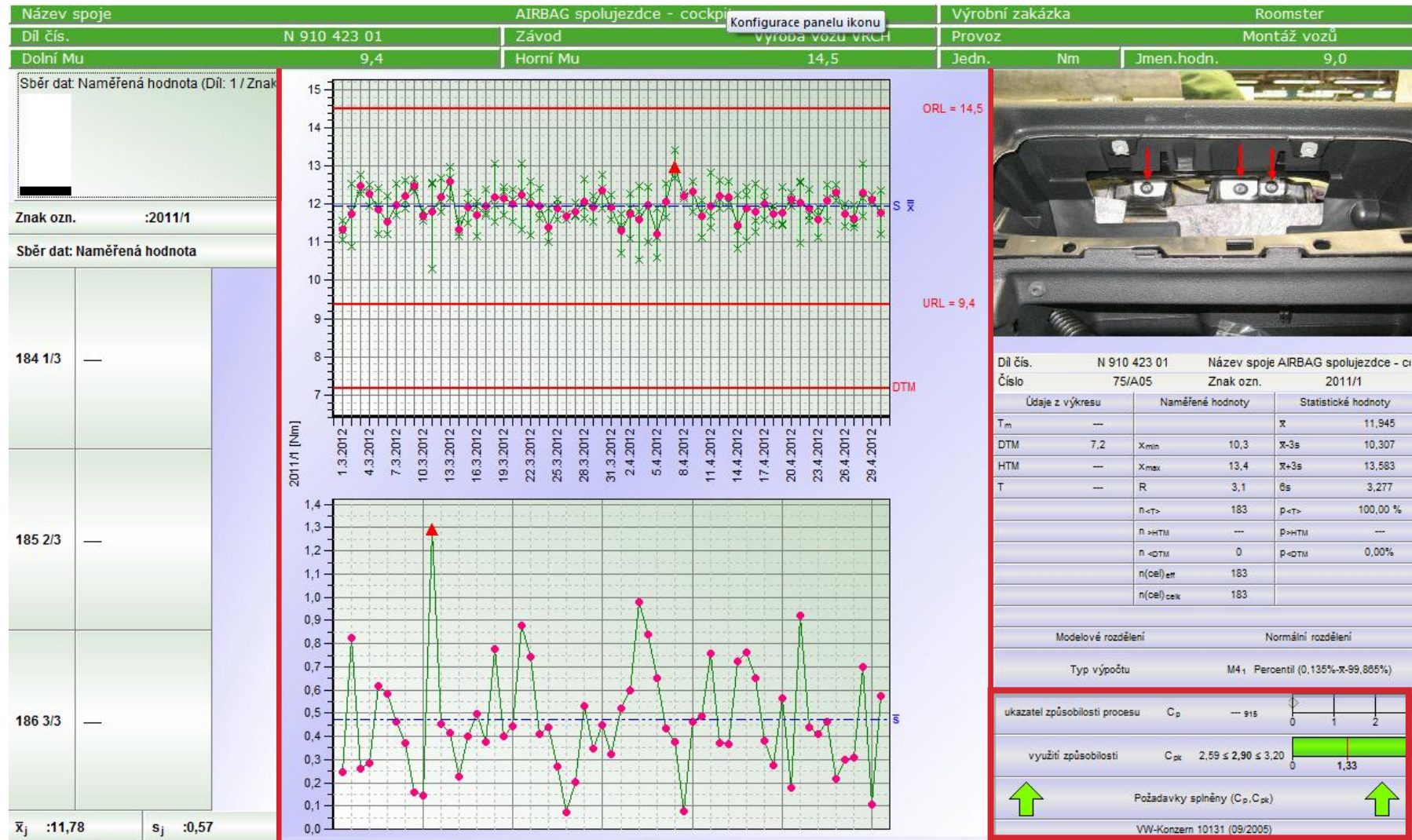
Příloha D Karta pro stanovení tolerancí Mkd1/2

 ŠKODA		Karta pro stanovení tolerancí Mkd1/2	
Název spoje: Cockpit do karoserie		Počet spojů: 3	Číslo spoje: 45/A05
Moment Mu: 20,0	Moment a úhel:	Datum náměru: 2011/1	
Mkd min: 18,900 (Nm)	Mkd max: 24,600 (Nm)		
Dolní hranice pro Mkd: 16,0 Počet hodnot < DTM 0 <p>pozn: Pokud jsou některé naměřené hodnoty < DTM, je nutné kontaktovat šroubovou laboratoř !!!</p>			
Pevn. tř.: 8.8	Rozměr: M8x65	Díl číslo: N 106 044 02	
Kateg. spoje: A	Stupeň jakosti:	Výkres: číslo PDM 5J0 857	TLD: 815 003 V1



Závod: Výroba vozů VRCH	Výrobní zakázka: Roomster	Provoz: Montáž vozů
Zkušeb zař. č.:	Zkušeb zař. ozn.:	Operace: 4546
Datum a čas: 24.4.2012 10:46:33	Email: jan.vlaciha@skoda-auto.cz	Zpracoval: Vlačíha Jan

Příloha E Prostředí v programu O-QIS Procella, způsobilý proces



Příloha F Vizualizace alarmu a dokumentace události v programu O-QIS Procella, nezpůsobilý proces

